

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 40 19 886 C 1

51 Int. Cl. 5:
G 01 P 3/44
B 60 T 8/32
B 60 K 28/16

21 Aktenzeichen: P 40 19 886.3-52
22 Anmeldetag: 22. 6. 90
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 26. 9. 91

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart,
DE

72 Erfinder:
Zimmer, Richard, Dipl.-Ing., 7012 Fellbach, DE;
Müller, Armin, Dipl.-Ing., 7150 Backnang, DE; Klarer,
Martin, Dipl.-Ing., 7053 Kernen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 39 23 782 A1
DE 38 12 570 A1
DE 37 38 914 A1

54 Verfahren zur Korrektur der durch Radsensoren ermittelten Drehgeschwindigkeiten von Fahrzeugrädern

57 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Korrektur der durch Radsensoren ermittelten Drehgeschwindigkeiten von Fahrzeugrädern, wobei eine Messung von Raddrehzahlen der Räder eines Fahrzeuges erfolgt, wobei definierte Fahrbedingungen darin bestehen, daß das Fahrzeug weder beschleunigt noch gebremst wird und keine Querschleunigung aufweist, wobei in einem ersten Teil des Verfahrens ein Angleichen der gemessenen Raddrehzahlen unter den definierten Fahrbedingungen erfolgt, wenn die Bedingung erfüllt ist, daß sich die Fahrzeuggeschwindigkeit unterhalb eines ersten Schwellwertes befindet, wobei das Angleichen der gemessenen Raddrehzahlen derart erfolgt, daß für jede der beiden Fahrzeugseiten jeweils ein Angleichungsfaktor bestimmt wird, so daß sich beispielhaft für die linke Fahrzeugseite aus den gemessenen Raddrehzahlen angegliche Raddrehzahlen ergeben, wobei eine der angeglichenen Raddrehzahlen der linken Fahrzeugseite gleich der zugehörigen gemessenen Raddrehzahl ist und sich die andere der beiden angeglichenen Raddrehzahlen der linken Fahrzeugseite aus der zugehörigen gemessenen Raddrehzahl durch Multiplikation mit dem Angleichungsfaktor der linken Fahrzeugseite derart ergibt, daß die beiden angeglichenen Raddrehzahlen der linken Fahrzeugseite den gleichen Wert annehmen und wobei in einem zweiten Teil des Verfahrens ein Abgleichen der gemessenen Raddrehzahlen unter den definierten Fahrbedingungen erfolgt, wenn die Bedingung erfüllt ist, daß sich die ...

DE 40 19 886 C 1

DE 40 19 886 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Korrektur der durch Radsensoren ermittelten Drehgeschwindigkeiten von Fahrzeugrädern gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Es ist bereits ein gattungsgemäßes Verfahren bekannt (DE 37 38 914 A1), wonach bei schlupffreier Fahrt das Radpaar ermittelt wird, dessen Radgeschwindigkeiten sich am wenigsten unterscheiden. Aus diesen Radgeschwindigkeiten wird ein Mittelwert gebildet, der mit den Radgeschwindigkeiten der anderen Räder in Beziehung gesetzt einen Korrekturwert ergibt, mit dem die anderen Radgeschwindigkeiten korrigiert werden. Dieses Verfahren wird dabei nur dann durchgeführt, wenn kein Schlupf an den Rädern auftritt und wenn keine Kurve durchfahren wird. Das Auftreten von Schlupf kann dabei aus dem Auftreten von Signalen eines AntiBlockierSystems (ABS) und/oder einer Antriebschlupfregelung (ASR) erkannt werden. Für das Erkennen des Durchfahrens einer Kurve wird angegeben, daß das Lenkwinkelsignal ausgewertet werden kann.

Aus der DE-OS 38 12 570 ist es bekannt, in Zeiträumen ohne Radschlupf durch Vergleich der Raddrehgeschwindigkeiten mit einer der Fahrzeuggeschwindigkeit angenäherten Geschwindigkeit Korrekturwerte zu ermitteln und nachfolgend die Radgeschwindigkeiten der übrigen Räder mit diesen Korrekturwerten zu korrigieren. Dabei werden keine Angaben gemacht, wie die Zeiträume erkannt werden können, in denen kein Radschlupf vorliegt.

Die DE 39 23 782 A1 betrifft ein Verfahren, nach dem bei einer Kurvenfahrt eine Korrektur der durch eine Bezugsdrehzahl gewonnenen Fahrzeuggeschwindigkeit erfolgt, um sich ergebende Drehzahlunterschiede infolge von unterschiedlichen Kurvenradien der kurveninneren zu den kurvenäußeren Rädern auszugleichen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Korrektur der durch Radsensoren ermittelten Drehgeschwindigkeiten von Fahrzeugrädern derart auszugestalten, daß die Korrektur der durch Radsensoren ermittelten Drehgeschwindigkeiten von Fahrzeugrädern bezüglich der Signalerfassung vereinfacht wird.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren zur Korrektur der durch Radsensoren ermittelten Drehgeschwindigkeiten von Fahrzeugrädern erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, wobei die Merkmale der Unteransprüche vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen kennzeichnen.

Vorteile der Erfindung gegenüber dem bekannten Stand der Technik bestehen insbesondere darin, daß auf die Verwendung eines Lenkwinkelsensors verzichtet werden kann. Außer den Raddrehzahlen werden in Abhängigkeit der Ausführungsform nur Signale verwendet, die einfach und genau erfaßt werden können, wie z. B. das Auftreten von ABS- oder ASR-Signalen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird aus der Größenordnung und dem Verhältnis zunächst unkorrigierter Raddrehzahlen Ω_u die allgemeine Fahrssituation bezüglich der Faktoren Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} und Querbeschleunigung a_q abgeschätzt. Außerdem erfolgt dabei eine Abschätzung des Antriebs- bzw. Bremschlupfes σ . Im Bereich niedriger Querbeschleunigungen a_q laufen die Fahrzeugräder der einzelnen Fahrzeugseiten näherungsweise auf identischen Bahnkurven, so daß die Drehzahlen der Vorderräder Ω_{vl} , Ω_{vr} und Hinterräder Ω_{hl} , Ω_{hr} der jeweiligen Fahrzeugseiten mit einer guten Näherung übereinstimmen, wenn die dynamischen Radradien R_{dyn} gleich groß sind. Eine weitere Voraussetzung ist dabei, daß ein vernachlässigbarer Antriebs- und Bremschlupf σ auftritt. Da eine Abweichung der dynamischen Radradien von mehreren Rädern mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} zu einer dem Betrage nach zunehmenden Drehzahldifferenz $\delta\Omega$ führt, ist es im Bereich niedriger Fahrzeuggeschwindigkeiten leichter möglich, aus der Differenz der Raddrehzahlen von Rädern einer Achse auf die Querbeschleunigung zurückzuschließen, da Drehzahldifferenzen aufgrund unterschiedlicher dynamischer Radradien in diesem Geschwindigkeitsbereich einen geringeren Betrag annehmen. Wird im Bereich niedriger Fahrzeuggeschwindigkeiten eine niedrige Querbeschleunigung erkannt, werden die Drehzahlen der Fahrzeugräder auf den einzelnen Fahrzeugseiten jeweils vorne und hinten angeglichen. Diese Angleichung kann dabei derart erfolgen, daß die Raddrehzahlen der Räder der Hinterachse mit einem Angleichungsfaktor derart versehen werden, daß die Drehzahl des hinteren rechten Rades mit der Drehzahl des vorderen rechten Rades übereinstimmt und daß die Drehzahl des hinteren linken Rades mit der Drehzahl des vorderen linken Rades übereinstimmt.

Anschließend wird im Bereich höherer Fahrzeuggeschwindigkeiten ein Abgleich der Raddrehzahlen vorgenommen, indem bei einer zumindest nahezu querbeschleunigungsfreien Fahrt des Fahrzeuges die Drehzahlen aller Fahrzeugräder relativ zu einem Bezugsrad festgelegt werden. Die querbeschleunigungsfreie Fahrt wird dabei erkannt, wenn die Differenz der an beiden Achsen gemittelten Raddrehzahlen gleich 0 wird.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Fig. 1 einen möglichen Ablauf des Verfahrens und

Fig. 2 eine Darstellung der benötigten Radsensoren und eines Meßwertverarbeitungsgerätes zur Durchführung des Verfahrens.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, werden bei dem Verfahren bei einem zweiachsigen Fahrzeug mit jeweils zwei Rädern an jeder Achse die Raddrehzahlen aller vier Räder erfaßt, wenn die Durchführung des Verfahrens durch das Signal 1.1 eingeleitet wurde. In dem Schritt 1.2 werden die Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} und Ω_{hr} gemessen.

In dem Schritt 1.3 wird aus den Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} und Ω_{hr} der Fahrzustand des Fahrzeuges abgeleitet. Dabei wird in dem Schritt 1.3.1 zunächst festgestellt, ob das Fahrzeug beschleunigt oder gebremst wird. Dies kann entsprechend dem Schritt 1.3.1.1 erfolgen, indem die gemessenen Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} und Ω_{hr} zeitlich differenziert werden. Liegt der Betrag der so ermittelten Radbeschleunigungen $d\Omega_{vl}/dt$, $d\Omega_{vr}/dt$, $d\Omega_{hl}/dt$ und $d\Omega_{hr}/dt$ unter einem vorgegebenen Schwellwert $d\Omega/dt_{Schwelle}$, kann geschlossen werden, daß das Fahrzeug weder beschleunigt noch gebremst wird. Entsprechend dem Schritt 1.3.1.2 kann diese Überprüfung auch erfolgen, indem der Mittelwert MWVA der Raddrehzahlen der Vorderachse gebildet wird entsprechend der Gleichung:

$$MWVA = (\Omega_{vl} + \Omega_{vr})/2$$

sowie der Mittelwert MWA der Raddrehzahlen der Hinterachse entsprechend der Gleichung:

$$MWA = (\Omega_{hl} + \Omega_{hr})/2.$$

Liegt der Betrag der Differenz der beiden Mittelwerte MWVA und MWA unterhalb eines Schwellwertes $\delta MW_{Schwelle1}$, so kann daraus ebenfalls abgeleitet werden, daß das Fahrzeug weder beschleunigt noch gebremst wird. Wird in dem Schritt 1.3.1 erkannt, daß das Fahrzeug beschleunigt oder gebremst wird, wird das Verfahren abgebrochen, indem eine Rückkehr zu dem Schritt 1.2 erfolgt. Andernfalls erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 1.3.2.

In dem Schritt 1.3.2 wird aus wenigstens einer der gemessenen Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} und Ω_{hr} die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} abgeleitet. In vorteilhafter Weise erfolgt dies, indem mehrere dieser Raddrehzahlen gemittelt werden. Dabei können besonders vorteilhaft die Raddrehzahlen der Räder der nicht angetriebenen Achse des Fahrzeuges verwendet werden.

Entsprechend dem Schritt 1.3.3 wird dann überprüft, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} unterhalb eines ersten Schwellwertes $v_{Fzg, Schwelle1}$ liegt. Eine mögliche Größenordnung für diesen Schwellwert $v_{Fzg, Schwelle1}$ liegt dabei in der Größenordnung von ca. 20–40 km/h. Liegt die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} über dem Schwellwert $v_{Fzg, Schwelle1}$, wird das Verfahren abgebrochen, indem eine Rückkehr zu dem Schritt 1.2 erfolgt. Andernfalls erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 1.3.4.

In dem Schritt 1.3.4 erfolgt eine Überprüfung, ob die Querschleunigung a_q unterhalb eines vorgegebenen Schwellwertes $a_{q, Schwelle1}$ liegt. Diese Überprüfung kann dabei entsprechend dem Schritt 1.3.4.1 beispielsweise erfolgen, indem die Raddrehzahlen von Rädern einer Achse und verschiedenen Fahrzeugseiten miteinander verglichen werden. Überschreitet der Betrag dieser Differenz einen vorgegebenen Schwellwert $\delta \Omega_{Schwelle1}$, wird das Verfahren abgebrochen und es erfolgt eine Rückkehr zu dem Schritt 1.2. Andernfalls wird das Verfahren mit der Durchführung des Schrittes 1.4 fortgesetzt. Eine andere Möglichkeit zur Überprüfung der Querschleunigung besteht entsprechend dem Schritt 1.3.4.2 darin, den Betrag der Differenz der Mittelwerte der Raddrehzahlen der Räder der beiden Achsen MWA und MWVA mit einem vorgegebenen Schwellwert $\delta MW_{Schwelle2}$ zu vergleichen. Bei zunehmender Querschleunigung a_q ergibt sich aufgrund eines unter- bzw. übersteuernden Fahrverhaltens, daß die Räder derselben Fahrzeugseite an der Vorder- und Hinterachse auf unterschiedlichen Bahnkurven laufen und somit unterschiedliche Raddrehzahlen aufweisen, d. h., daß das Verfahren abgebrochen wird, wenn der Betrag der Differenz der Mittelwerte der Raddrehzahlen der Räder der beiden Achsen MWA und MWVA oberhalb des vorgegebenen Schwellwertes $\delta MW_{Schwelle2}$ liegt. Andernfalls wird das Verfahren mit der Durchführung des Schrittes 1.4 fortgesetzt. Es ist selbstverständlich möglich, den Schritt 1.3.4.2 mit dem Schritt 1.3.1.2 zusammenzufassen, da die Überprüfung identisch ist, wobei sich die zu untersuchenden Schwellwerte $\delta MW_{Schwelle1}$ und $\delta MW_{Schwelle2}$ allerdings unterscheiden können.

Entsprechend dem Schritt 1.4 erfolgt eine Angleichung der Raddrehzahlen, indem die Raddrehzahlen der Räder der Hinterachse mit jeweils einem Angleichungsfaktor derart versehen werden, daß die Drehzahl des hinteren rechten Rades mit der Drehzahl des vorderen rechten Rades übereinstimmt und daß die Drehzahl des hinteren linken Rades mit der Drehzahl des vorderen linken Rades übereinstimmt. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Räder der Vorderachse mit jeweils einem Angleichungsfaktor zu versehen, so daß die Drehzahl des vorderen rechten Rades mit der Drehzahl des hinteren rechten Rades übereinstimmt und daß die Drehzahl des vorderen linken Rades mit der Drehzahl des hinteren linken Rades übereinstimmt. Es ergeben sich somit aufgrund der Angleichungsfaktoren aus gemessenen Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} und Ω_{hr} angegliche Raddrehzahlen Ω_{vlan} , Ω_{vran} , Ω_{hlan} und Ω_{hran} .

In dem zweiten Teil des Verfahrens werden in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 entsprechend dem Schritt 1.5 die Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} und Ω_{hr} erneut gemessen. In dem Schritt 1.6 werden dann entsprechend den in dem Schritt 1.4 bestimmten Angleichungsfaktoren aus diesen gemessenen Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} und Ω_{hr} angegliche Raddrehzahlen Ω_{vlan} , Ω_{vran} , Ω_{hlan} und Ω_{hran} abgeleitet.

In dem Schritt 1.7 wird aus den abgeleiteten angeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vlan} , Ω_{vran} , Ω_{hlan} und Ω_{hran} der Fahrzustand des Fahrzeuges abgeleitet. Dabei wird in dem Schritt 1.7.1 zunächst festgestellt, ob das Fahrzeug beschleunigt oder gebremst wird. Dies kann entsprechend dem Schritt 1.7.1.1 erfolgen, indem die angeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vlan} , Ω_{vran} , Ω_{hlan} und Ω_{hran} zeitlich differenziert werden. Liegt der Betrag der so ermittelten Radbeschleunigungen $d\Omega_{vlan}/dt$, $d\Omega_{vran}/dt$, $d\Omega_{hlan}/dt$ und $d\Omega_{hran}/dt$ unter einem vorgegebenen Schwellwert $d\Omega/dt_{Schwellean}$, kann geschlossen werden, daß das Fahrzeug weder beschleunigt noch gebremst wird. Lediglich aus Gründen der Darstellung in der Zeichnung wurde der Index "an" dort hochgestellt. Entsprechend dem Schritt 1.7.1.2 kann diese Überprüfung auch erfolgen, indem der Mittelwert $MWVA_{an}$ der Raddrehzahlen der Vorderachse gebildet wird entsprechend der Gleichung:

$$MWVA_{an} = (\Omega_{vlan} + \Omega_{vran})/2$$

sowie der Mittelwert MWA_{an} der Raddrehzahlen der Hinterachse entsprechend der Gleichung:

$$MWA_{an} = (\Omega_{hlan} + \Omega_{hran})/2.$$

Liegt der Betrag der Differenz der beiden Mittelwerte $MWVA_{an}$ und MWA_{an} unterhalb eines Schwellwertes $\delta MW_{Schwelle1an}$, so kann daraus ebenfalls abgeleitet werden, daß das Fahrzeug weder beschleunigt noch gebremst wird. Wird in dem Schritt 1.7.1 erkannt, daß das Fahrzeug beschleunigt oder gebremst wird, wird der

zweite Teile des Verfahrens abgebrochen, indem eine Rückkehr in dem Schritt 1.5 erfolgt. Andernfalls erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 1.7.2.

In dem Schritt 1.7.2 wird aus wenigstens einer der abgeleiteten angeglichenen Raddrehzahlen Ω_{v1an} , Ω_{vran} , Ω_{hlan} und Ω_{hran} die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} abgeleitet. In vorteilhafter Weise erfolgt dies, indem mehrere dieser abgeleiteten angeglichenen Raddrehzahlen gemittelt werden. Dabei können besonders vorteilhaft die Raddrehzahlen der Räder der nicht angetriebenen Achse des Fahrzeuges verwendet werden.

Entsprechend dem Schritt 1.7.3 wird dann überprüft, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} oberhalb eines Schwellwertes $v_{Fzg, Schwellw2}$ liegt. Eine mögliche Größenordnung für diesen Schwellwert $v_{Fzg, Schwellw2}$ liegt dabei in der Größenordnung von ca. 60–80 km/h. Liegt die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} unterhalb des Schwellwertes $v_{Fzg, Schwellw2}$, wird der zweite Teil des Verfahrens abgebrochen, indem eine Rückkehr zu dem Schritt 1.5 erfolgt. Andernfalls erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 1.7.4.

In dem Schritt 1.7.4 erfolgt eine Überprüfung, ob die Querschleunigung a_q unterhalb eines vorgegebenen Schwellwertes $a_{q, Schwellw1an}$ liegt. Diese Überprüfung kann dabei entsprechend dem Schritt 1.7.4.1 beispielsweise erfolgen, indem die Raddrehzahlen von Rädern einer Achse und verschiedenen Fahrzeugseiten miteinander verglichen werden. Überschreitet der Betrag dieser Differenz einen vorgegebenen Schwellwert $\delta\Omega_{Schwellw2an}$, wird der zweite Teil des Verfahrens abgebrochen und es erfolgt eine Rückkehr zu dem Schritt 1.5. Andernfalls wird das Verfahren mit der Durchführung des Schrittes 1.8 fortgesetzt. Eine andere Möglichkeit zur Überprüfung der Querschleunigung besteht entsprechend dem Schritt 1.7.4.2 darin, den Betrag der Differenz der Mittelwerte der Raddrehzahlen der Räder der beiden Achsen $MWHA_{an}$ und $MWVA_{an}$ mit einem vorgegebenen Schwellwert $\delta MW_{Schwellw2an}$ zu vergleichen. Bei zunehmender Querschleunigung a_q ergibt sich aufgrund eines unter- bzw. übersteuernden Fahrverhaltens, daß die Räder derselben Fahrzeugseite an der Vorder- und Hinterachse auf unterschiedlichen Bahnkurven laufen und somit unterschiedliche Raddrehzahlen aufweisen, d. h., daß der zweite Teil des Verfahrens abgebrochen wird, wenn der Betrag der Differenz der Mittelwerte der Raddrehzahlen der Räder der beiden Achsen $MWHA_{an}$ und $MWVA_{an}$ oberhalb des vorgegebenen Schwellwertes $\delta MW_{Schwellw2an}$ liegt. Andernfalls wird das Verhalten mit der Durchführung des Schrittes 1.8 fortgesetzt. Es ist selbstverständlich möglich, den Schritt 1.7.4.2 mit dem Schritt 1.7.1.2 zusammenzufassen, da die Überprüfung identisch ist, wobei sich die zu untersuchenden Schwellwerte $\delta MW_{Schwellw1an}$ und $\delta MW_{Schwellw2an}$ allerdings unterscheiden können.

In dem Schritt 1.8 erfolgt dann ein Abgleich der im Schritt 1.5 gemessenen Raddrehzahlen derart, daß die Drehzahlen aller Fahrzeugräder auf ein Bezugsrad durch Bestimmung des jeweils zugehörigen Abgleichsfaktors f_{vl} , f_{vr} , f_{hl} und f_{hr} abgeglichen werden. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist dabei dargestellt, daß das vordere rechte Rad, das hintere linke Rad und das hintere rechte Rad auf das vordere linke Rad als Bezugsrad abgeglichen werden. Das heißt dann also, daß die abgeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vlab} , Ω_{vrab} , Ω_{hlab} und Ω_{hrab} mit der gemessenen Raddrehzahl Ω_{vl} des Bezugsrades übereinstimmen. Allerdings ist es auch möglich, eines der anderen Räder als Bezugsrad auszuwählen und entsprechend die anderen Räder auf dieses Bezugsrad abzugleichen. Es ergeben sich somit die abgeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vlab} , Ω_{vrab} , Ω_{hlab} und Ω_{hrab} aus den gemessenen Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} und Ω_{hr} .

Der Darstellung der Fig. 2 kann eine Anordnung von Sensoren 2.1, 2.2, 2.3 und 2.4 mit einem zugehörigen Meßwertverarbeitungsgerät 2.5 entnommen werden zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Fig. 2 zeigt eine Anordnung von Sensoren, bei der jedem Rad 2.6, 2.7, 2.8 und 2.9 ein Sensor 2.1, 2.2, 2.3 und 2.4 zur Messung der Raddrehzahl zugeordnet ist. Selbstverständlich ist es auch möglich einen entsprechenden Abgleich der gemessenen Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} und Ω_{hr} durchzuführen, wenn beispielsweise die beiden Sensoren 2.3 und 2.4 der Räder 2.8 und 2.9 der Hinterachse 2.10 zu einem Sensor vereinigt werden, mit dem dann beispielsweise die Drehzahl der Hinterachsantriebswelle gemessen wird. In dem Meßwertverarbeitungsgerät wird dabei das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt, wenn das Signal 1.1 auftritt. Unterschiedliche dynamische Radradien treten außer bei Reifendefekten durch Luftdruckverlust im Reifen und durch die Abnutzung der Reifen auf. Dieses Signal 1.1 kann dabei nach einer bestimmten von dem Fahrzeug zurückgelegten Kilometerzahl oder in bestimmten Zeitabständen erzeugt werden, wobei die Zeitabstände und die Kilometerzahl zweckmäßigerweise so gewählt werden, daß man aufgrund der allgemeinen Verhältnisse mit einem Luftdruckverlust rechnen kann, der sich in einer Änderung der dynamischen Radradien niederschlägt. Die von dem Meßwertverarbeitungsgerät 2.5 ausgehenden Ausgangssignale 2.11, 2.12, 2.13 und 2.14 repräsentieren die bei dem Verfahrensablauf gemäß Fig. 1 in dem Schritt 1.8 bestimmten Abgleichsfaktoren f_{vl} , f_{vr} , f_{hl} und f_{hr} und werden dann verwendet, um in der Folge gemessene Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} und Ω_{hr} abzugleichen, indem die entsprechenden gemessenen Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} und Ω_{hr} mit den bestimmten Abgleichsfaktoren f_{vl} , f_{vr} , f_{hl} und f_{hr} multipliziert werden, so daß sich daraus die abgeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vlab} , Ω_{vrab} , Ω_{hlab} und Ω_{hrab} ergeben. Somit können unterschiedliche dynamische Radradien R_{dyn} der einzelnen Räder ausgeglichen werden. Die dieserart abgeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vlab} , Ω_{vrab} , Ω_{hlab} und Ω_{hrab} können dann in vorteilhafter Weise als Eingangssignale für Steuerungen bzw. Regelungen von Fahrwerkssystemen wie z. B. AntiBlockier-Systemen (ABS), Antriebs-Schlupf-Regelungen (ASR) oder anderen Systemen eingesetzt werden. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 wurden in dem Schritt 1.8 alle Fahrzeugräder auf das linke vordere Rad als Bezugsrad abgeglichen. Somit ergeben sich also in diesem Fall die Abgleichsfaktoren f_{vl} , f_{vr} , f_{hl} und f_{hr} entsprechend den Gleichungen:

$$f_{vl} = \Omega_{vl}/\Omega_{vl}, f_{vr} = \Omega_{vr}/\Omega_{vl}, f_{hl} = \Omega_{hl}/\Omega_{vl} \text{ und } f_{hr} = \Omega_{hr}/\Omega_{vl},$$

d. h. also insbesondere, daß im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 der Abgleichsfaktor f_{vl} gleich 1 ist.

1. Verfahren zur Korrektur der durch Radsensoren ermittelten Drehgeschwindigkeiten von Fahrzeugrädern,

- wobei eine Messung von Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} , Ω_{hr} der Räder eines Fahrzeuges erfolgt,
- wobei unter definierten Fahrbedingungen Abgleichfaktoren der einzelnen Räder bestimmt werden,
- wobei die definierten Fahrbedingungen darin bestehen, daß das Fahrzeug weder beschleunigt noch gebremst wird und keine Querbeschleunigung aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

- daß in einem ersten Teil des Verfahrens ein Angleichen der gemessenen (Schritt 1.2) Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} , Ω_{hr} unter den definierten Fahrbedingungen erfolgt, wenn die Bedingung (Schritt 1.3.3) erfüllt ist, daß sich die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} unterhalb eines ersten Schwellwertes $v_{Fzg, Schwell1}$ befindet, wobei die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} und die definierten Fahrbedingungen aus den gemessenen Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} , Ω_{hr} ermittelt werden,
- wobei das Angleichen der gemessenen (Schritt 1.2) Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} , Ω_{hr} derart erfolgt (Schritt 1.4), daß für jede der beiden Fahrzeugseiten jeweils ein Angleichungsfaktor bestimmt wird, so daß sich aus den gemessenen Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} , Ω_{hr} angegliche Raddrehzahlen Ω_{vlan} , Ω_{vran} , Ω_{hlan} , Ω_{hran} ergeben,
- wobei eine der angeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vlan} , Ω_{hlan} der linken Fahrzeugseite gleich der zugehörigen gemessenen Raddrehzahl Ω_{vl} , Ω_{hl} ist und sich die andere der beiden angeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vlan} , Ω_{hlan} der linken Fahrzeugseite aus der zugehörigen gemessenen Raddrehzahl Ω_{vl} , Ω_{hl} durch Multiplikation mit dem Angleichungsfaktor der linken Fahrzeugseite derart ergibt, daß die beiden angeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vlan} , Ω_{hlan} der linken Fahrzeugseite den gleichen Wert annehmen und
- wobei eine der angeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vran} , Ω_{hran} der rechten Fahrzeugseite gleich der zugehörigen gemessenen Raddrehzahl Ω_{vr} , Ω_{hr} ist und sich die andere der beiden angeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vran} , Ω_{hran} der rechten Fahrzeugseite aus der zugehörigen gemessenen Raddrehzahl Ω_{vr} , Ω_{hr} durch Multiplikation mit dem Angleichungsfaktor der rechten Fahrzeugseite derart ergibt, daß die beiden angeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vran} , Ω_{hran} der rechten Fahrzeugseite den gleichen Wert annehmen,
- daß in einem zweiten Teil des Verfahrens ein Abgleichen der erneut gemessenen (Schritt 1.5) Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} , Ω_{hr} unter den definierten Fahrbedingungen erfolgt, wenn die Bedingung (Schritt 1.7.3) erfüllt ist, daß sich die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} oberhalb eines Schwellwertes $v_{Fzg, Schwell2}$ befindet,
- wobei die Fahrzeuggeschwindigkeit und die definierten Fahrbedingungen aus den erneut gemessenen (Schritt 1.5) Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} , Ω_{hr} unter Berücksichtigung der Angleichungsfaktoren (Schritt 1.4) ermittelt werden und
- wobei das Abgleichen derart erfolgt (Schritt 1.8), daß eines der Räder als Bezugsrad festgelegt wird und für jedes Rad ein Abgleichsfaktor f_{vl} , f_{vr} , f_{hl} und f_{hr} (2.11, 2.12, 2.13, 2.14) zu diesem Bezugsrad derart bestimmt wird, daß die abgeglichene Raddrehzahl mit der Raddrehzahl des Bezugsrades übereinstimmt und
- daß die in der Folge gemessenen Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} , Ω_{hr} durch Multiplikation mit den in dem zweiten Teil des Verfahrens bestimmten Abgleichsfaktoren f_{vl} , f_{vr} , f_{hl} und f_{hr} (2.11, 2.12, 2.13, 2.14) korrigiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgleichsfaktoren f_{vl} , f_{vr} , f_{hl} und f_{hr} (2.11, 2.12, 2.13, 2.14) in bestimmten Zeitabständen aktualisiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgleichsfaktoren f_{vl} , f_{vr} , f_{hl} und f_{hr} (2.11, 2.12, 2.13, 2.14) nach einer bestimmten durch das Fahrzeug zurückgelegten Wegstrecke aktualisiert werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktualisierung der Abgleichsfaktoren f_{vl} , f_{vr} , f_{hl} und f_{hr} (2.11, 2.12, 2.13, 2.14) abhängig von einer gewichteten Berücksichtigung des Zeitabstandes der letzten Aktualisierung der Abgleichsfaktoren f_{vl} , f_{vr} , f_{hl} und f_{hr} (2.11, 2.12, 2.13, 2.14) und der nach dieser letzten Aktualisierung durch das Fahrzeug zurückgelegten Wegstrecke erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teil der definierten Fahrbedingungen (Schritt 1.3.1), nämlich daß das Fahrzeug weder beschleunigt noch gebremst wird, im ersten Teil des Verfahrens abgeleitet wird (Schritt 1.3.1.1), wenn die aus der/den gemessenen Raddrehzahlen Ω_{vl} , Ω_{vr} , Ω_{hl} , Ω_{hr} gebildete(n) Radbeschleunigung(en) $d\Omega_{vl}/dt$, $d\Omega_{vr}/dt$, $d\Omega_{hl}/dt$ und $d\Omega_{hr}/dt$ unter einem Schwellwert $d\Omega/dt_{Schwell1}$ liegen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teil der definierten Fahrbedingungen (Schritt 1.3.1), nämlich daß das Fahrzeug weder beschleunigt noch gebremst wird, im ersten Teil des Verfahrens abgeleitet wird (Schritt 1.3.1.2), wenn der Betrag der Differenz der beiden Mittelwerte MWVA der Raddrehzahlen der Vorderachse und MWA der Raddrehzahlen der Hinterachse unterhalb eines Schwellwertes $\delta MW_{Schwell1}$ liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Teil der definierten Fahrbedingungen (Schritt 1.3.4), nämlich daß das Fahrzeug keine Querbeschleunigung aufweist, im ersten Teil des Verfahrens abgeleitet wird (Schritt 1.3.4.2), wenn der Betrag der Differenz der beiden Mittelwerte MWVA der Raddrehzahlen der Vorderachse und MWA der Raddrehzahlen der Hinterachse unterhalb eines Schwellwertes $\delta MW_{Schwell2}$ liegt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Teil der definierten

Fahrbedingungen (Schritt 1.3.4), nämlich daß das Fahrzeug keine Querschleunigung aufweist, im ersten Teil des Verfahrens abgeleitet wird (Schritt 1.3.4.1), wenn der Betrag der Differenz von Raddrehzahlen von Rädern einer Achse und verschiedenen Fahrzeugseiten einen Schwellwert $\delta\Omega_{\text{Schwelle1}}$ unterschreitet.

5 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teil der definierten Fahrbedingungen (Schritt 1.7.1), nämlich daß das Fahrzeug weder beschleunigt noch gebremst wird, im zweiten Teil des Verfahrens abgeleitet wird (Schritt 1.7.1.1), wenn die aus der/den angeglichenen Raddrehzahlen Ω_{vlan} , Ω_{vran} , Ω_{hlan} , Ω_{hran} gebildete(n) Radbeschleunigung(en) $d\Omega_{\text{vlan}}/dt$, $d\Omega_{\text{vran}}/dt$, $d\Omega_{\text{hlan}}/dt$ und $d\Omega_{\text{hran}}/dt$ unter einem Schwellwert $d\Omega/dt_{\text{Schwellean}}$ liegen.

10 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teil der definierten Fahrbedingungen (Schritt 1.7.1), nämlich daß das Fahrzeug weder beschleunigt noch gebremst wird, im zweiten Teil des Verfahrens abgeleitet wird (Schritt 1.7.1.2), wenn der Betrag der Differenz der beiden Mittelwerte $MWVA_{\text{an}}$ der angeglichenen Raddrehzahlen der Vorderachse und $MWHA_{\text{an}}$ der angeglichenen Raddrehzahlen der Hinterachse unterhalb eines Schwellwertes $\delta MW_{\text{Schwelle1an}}$ liegt.

15 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Teil der definierten Fahrbedingungen (Schritt 1.7.4), nämlich daß das Fahrzeug keine Querschleunigung aufweist, im zweiten Teil des Verfahrens abgeleitet wird (Schritt 1.7.4.2), wenn der Betrag der Differenz der beiden Mittelwerte $MWVA_{\text{an}}$ der angeglichenen Raddrehzahlen der Vorderachse und $MWHA_{\text{an}}$ der angeglichenen Raddrehzahlen der Hinterachse unterhalb eines Schwellwertes $\delta MW_{\text{Schwelle2an}}$ liegt.

20 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Teil der definierten Fahrbedingungen (Schritt 1.7.4), nämlich daß das Fahrzeug keine Querschleunigung aufweist, im zweiten Teil des Verfahrens abgeleitet wird (Schritt 1.7.4.1), wenn der Betrag der Differenz von angeglichenen Raddrehzahlen von Rädern einer Achse und verschiedenen Fahrzeugseiten einen Schwellwert $\delta\Omega_{\text{Schwelle1an}}$ unterschreitet.

25 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teil der definierten Fahrbedingungen (Schritt 1.3.1, 1.7.1), nämlich daß das Fahrzeug weder beschleunigt noch gebremst wird, aus den Ansteuersignalen eines AntiBlockierSystems (ABS) und/oder einer AntriebsSchlupfRegelung (ASR) abgeleitet wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

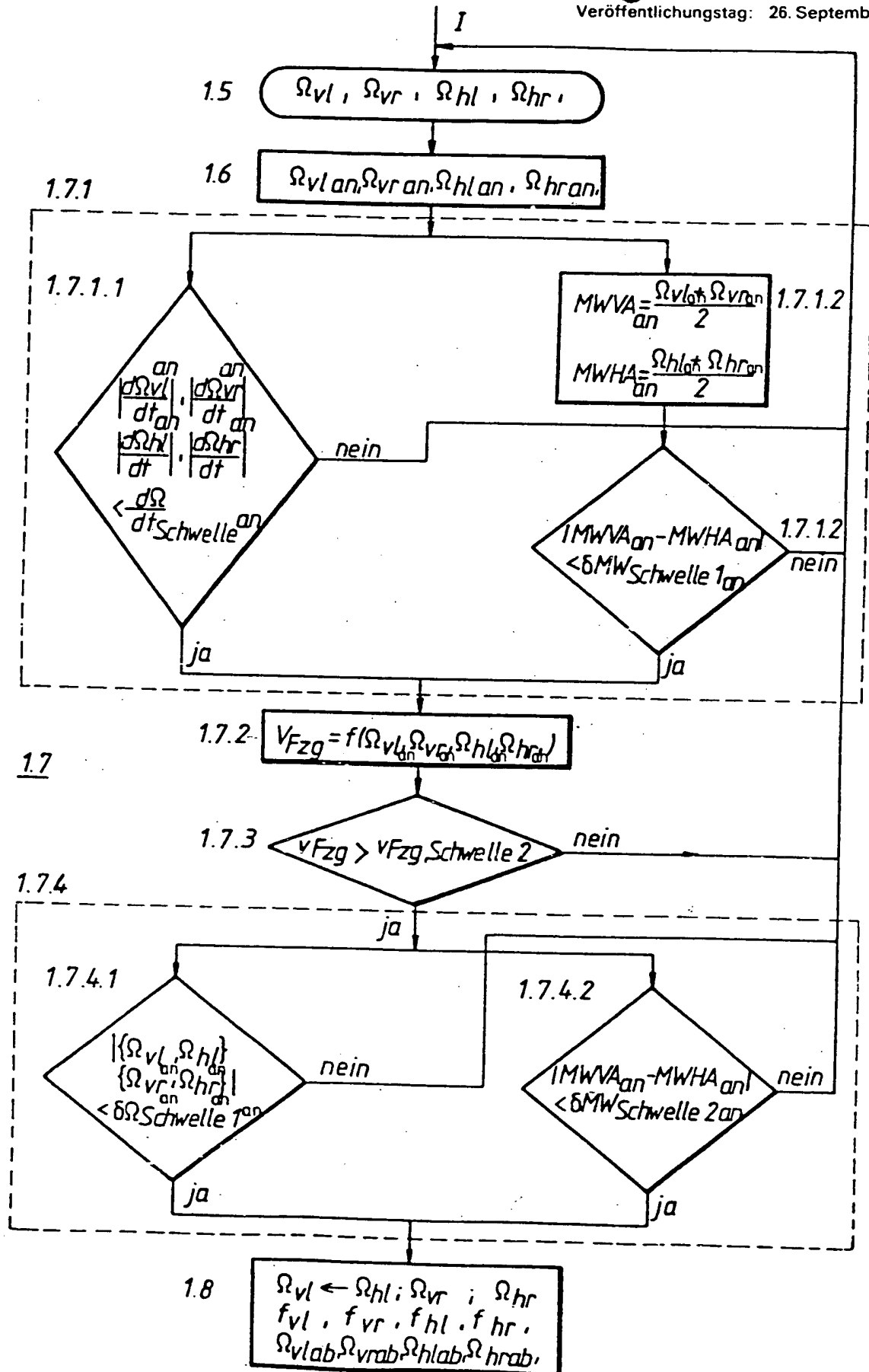


Fig. 2

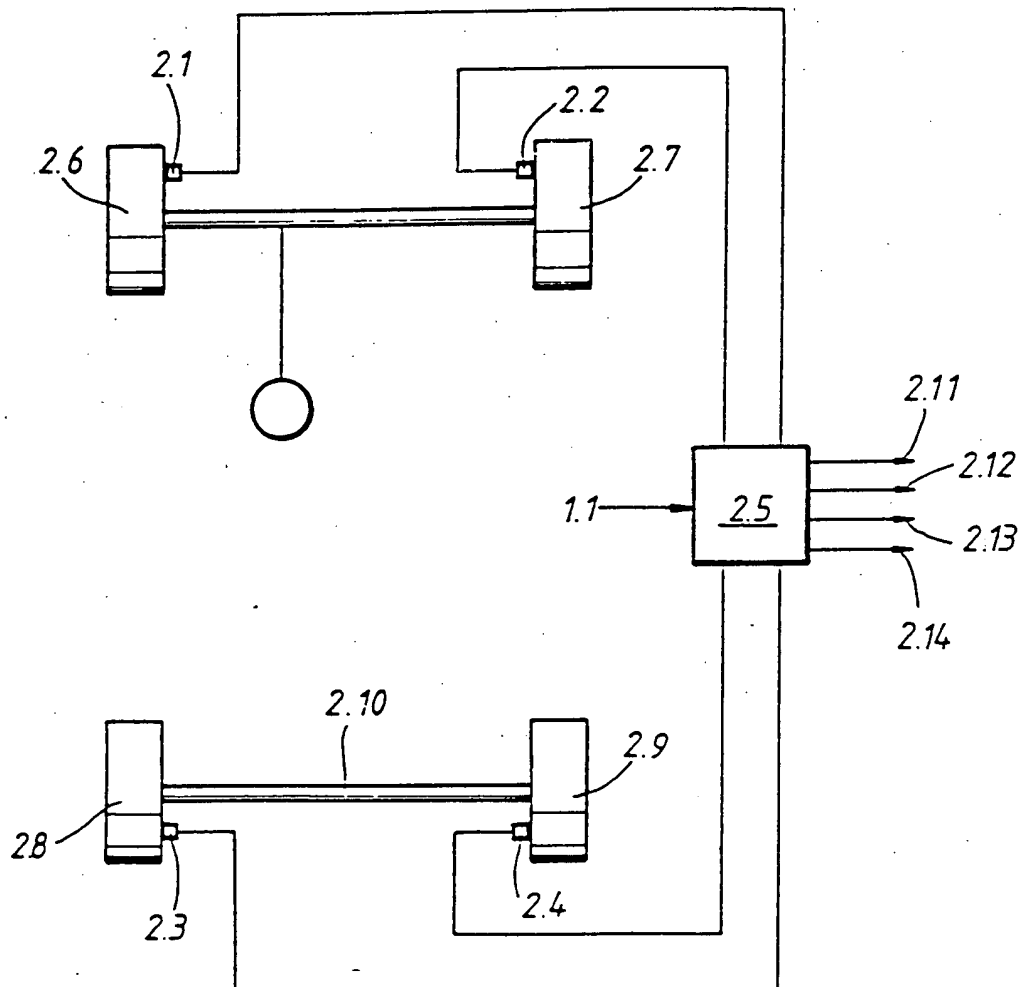


Fig. 1

